

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-214970

(43)Date of publication of application : 05.08.1992

(51)Int.Cl.

F04B 39/00

F04B 39/00

F04B 39/02

(21)Application number : 02-108837

(71)Applicant : IWATA AIR COMPRESSOR  
MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.1990

(72)Inventor : IIDA TOSHIO

(30)Priority

Priority number : 01110276 Priority date : 28.04.1989 Priority country : JP

01158236 22.06.1989 JP

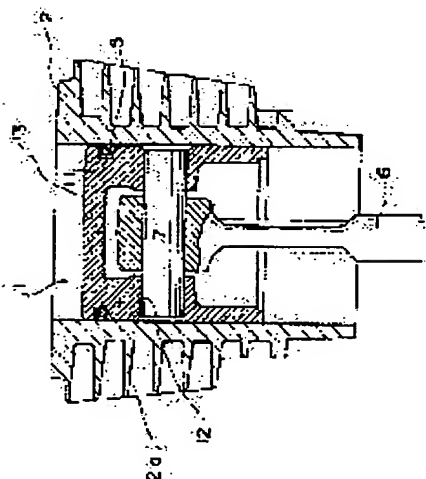
02 82917 31.03.1990 JP

## (54) UNLUBRICATED TYPE RECIPROCATING COMPRESSOR AND EXPANDER

(57)Abstract:

PURPOSE: To maintain high compression efficiency (expansion efficiency) over a long period without causing gas leaks from the abutment of a ring and galling by forming a piston body from a composite resin material having a thermosetting polycyclic polynuclear aromatic compound whose self-lubricating property as well as heat resistance and strength is enhanced.

CONSTITUTION: A piston 1 is molded by a compression molding means and an injection molding means under molding conditions of a molding temperature between 170 and 220°C, a molding pressure of 200 to 300kg 1cm<sup>2</sup> and a setting time of one minute for 1mm thick by using a molding material having a resin and graphite powder mixed therein in a ratio of 6:4, the resin being formed from COPNA resin formed by bridging between a benzene ring having the total of two methylene chains for respective para positions and a condensed polynuclear aromatic compound. The piston 1 has physical characteristics of a coefficient of



terminal expansion of  $4.4 \times 10^{-5}/\text{deg}$ , and a thermal conductivity of  $1.12 \text{ Kal/m/hr}^\circ\text{C}$ , so providing a piston with such a high heat insulating property and a high heat accumulating property as to have a coefficient of thermal expansion 1.9 times and thermal conductivity 86 times those of conventional ones.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 公開特許公報(A) 平4-214970

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

F 04 B 39/00

39/02

識別記号

1 0 7 Z

A

Z

庁内整理番号

6907-3H

6907-3H

6907-3H

④ 公開 平成4年(1992)8月5日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全14頁)

⑭ 発明の名称 無給油式往復圧縮機及び膨張機

⑰ 特 願 平2-108837

⑱ 出 願 平2(1990)4月26日

優先権主張 ⑲ 平1(1989)4月28日 ⑳ 日本(JP) ㉑ 特願 平1-110276

㉒ 平1(1989)6月22日 ㉓ 日本(JP) ㉔ 特願 平1-158236

㉕ 平2(1990)3月31日 ㉖ 日本(JP) ㉗ 特願 平2-82917

⑮ 発 明 者 飯 田 敏 雄 神奈川県横浜市磯子区上中里町1028

⑯ 出 願 人 岩田塗装機工業株式会社 東京都渋谷区恵比寿南1丁目9番14号  
社

⑰ 代 理 人 弁理士 高橋 昌久

明 細 書

1. 発明の名称

無給油式往復圧縮機及び膨張機

2. 特許請求の範囲

1) 自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストン体と金属製のシリンダからなる無給油式往復圧縮機/膨張機において、前記ピストンを熱硬化性縮合多環多核芳香族樹脂と、黒鉛その他の摺動性を高める耐熱材料とを含む自己潤滑性複合材で形成した事を特徴とする無給油往復圧縮機/膨張機

2) 前記ピストン体の胴部に貫通したピン孔に、軸受けを介する事なくピストンピンを直接軸支させた請求項1)記載の無給油往復圧縮機/膨張機

3) 少なくともピストン頂部附近におけるピストン/シリンダ間のクリアランスをピストン直径に対し常温で0.1~0.5%の範囲に設定した請求項1)記載の無給油往復圧縮機/膨張機

4) ピストン上部側の直径を下部側の直径より小に形成した請求項1)記載の無給油往復圧縮機/膨

張機

5) 自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストン体と金属製のシリンダからなる無給油式往復圧縮機/膨張機において、前記ピストン外周部の内少なくともシリンダと摺動される部位とピストンピン孔部を自己潤滑性耐熱材料で、又ピストン頂部を良熱伝導性材料で夫々形成した事を特徴とする無給油式往復圧縮機/膨張機

6) ピストン頂部とともに第一のピストンリング上方のトップランド部を良熱伝導材料で形成するとともに、該トップランド部の外径を、その下方のピストン径より僅かに小に設定した事を特徴とする請求項5)記載の無給油式往復圧縮機/膨張機

7) 良熱伝導性材料で形成したピストン芯体周囲に、熱硬化性縮合多環多核芳香族樹脂と、黒鉛その他の摺動性を高める耐熱材料とを含む自己潤滑性複合材を一体成形してピストンを形成した事を特徴とする請求項5)記載の無給油式往復圧縮機/膨張機

8) 自己潤滑性耐熱材料で形成したピストン本体

の、ピストン頂部側に良熱伝導体を配し、両者間を任意の固定手段を用いて一体化した事の特徴とする請求項5)記載の無給油式往復圧縮機／膨張機

9)前記頂部側の良熱伝導体を実質的にピストン頂部の裏面側まで延設した請求項5)記載の無給油式往復圧縮機／膨張機

10)自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストンを含む無給油式単段往復圧縮機において、少なくともピストン又は／及びシリンダの摺動面を自己潤滑性材料で形成するとともに、該ピストンの周面上に形成されるリング溝を、その両端間が小間隔で離間するCの字状に形成し、該離間部位が、圧縮工程時にシリンダと密接するサイドスラスト部に位置する様にピストンを組み込み、該離間部位とピストンリングの組合せにおいて、前記シリンダを気密的にシール可能に構成したことを特徴とする無給油式単段往復圧縮機

11)自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストンを含む無給油式単段往復膨

張機において、夫々前記離間部位が位置するようにピストンを組み込み、該離間部位とピストンリングの組合せにおいて、対応する各シリンダを気密的にシール可能にしたことを特徴とする無給油式多段往復圧縮機

13)自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストンを含む無給油式往復圧縮機／膨張機において、ピストン周面の少なくともシリンダと摺動する部位を自己潤滑性材料で形成すると共に、該ピストンの周面上に形成されたリング溝を、その両端間が小間隔で離間するCの字状に形成した事の特徴とする無給油式往復圧縮機／膨張機

### 3、発明の詳細な説明

#### 「産業上の利用分野」

本発明は無給油式往復圧縮機と膨張機に係り、特に自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストン体と金属製のシリンダからなる無給油式往復圧縮機と膨張機に関する。

#### 「従来の技術」

強機において、少なくともピストン又は／及びシリンダの摺動面を自己潤滑性材料で形成するとともに、該ピストンの周面上に形成されるリング溝を、その両端間が小間隔で離間するCの字状に形成し、該離間部位が、膨張工程時にシリンダと密接するサイドスラスト部に位置する様にピストンを組み込み、該離間部位とピストンリングの組合せにおいて、対応するシリンダを気密的にシール可能にしたことを特徴とする無給油式単段往復圧縮機

12)低段側と高段側のいずれにも自己潤滑性材料で形成したピストンリングが嵌合されたピストンを含む無給油式多段往復圧縮機において、少なくとも低段側も高段側もピストン又は／及びシリンダの摺動面を自己潤滑性材料で形成するとともに、該ピストンの周面上に形成されるリング溝を、その両端間が小間隔で離間するCの字状に形成し、低段側においてはピストン上昇工程時のシリンダと密接するサイドスラスト部に、又高段側においてはピストン上昇工程と下降工程の両サイドスラ

従来より、ピストンとシリンダ間の円滑な摺動性を確保する為に、例えば第3図に示すように、アルミその他の金属材料で形成したピストン10のトップ側からスカート側に至る外周面のほぼ全域に亘って多段状にリング溝111a, 111b, 111cを凹設し、該リング溝にフッ素樹脂その他の自己潤滑性樹脂からなるピストンリング105a, 105bとライダリング106を環設するとともに、該リング外径をピストンのランド部102(ピストンリングをリング溝の上下で保持するリング状凸部)外径より僅かに大に設定する事により、自己潤滑性のピストンリング105a, 105bとライダリング106(以下リング体という)のみがシリンダと接触し、これによりピストンとシリンダ間の円滑な摺動性を保証する事が出来る様に構成した無給油式圧縮機や膨張機は公知である。

さてかかる流体機械の場合、シリンダがピストンリングより固い金属材料で形成されている為に、前記摺接によりリング体が摩耗し且つ長時間運転によりその摩耗限界を越えると、ピストンの外周

(ランド部)が直接シリンダに摺接し、かじり等が発生する場合がある。

特に5 kgf/cm以上で圧縮比を有する圧縮機の場合、最大圧縮時に300℃前後の圧縮熱がピストン上面に印加されているために熱膨張が生じ、僅かなリング体の摩擦でも前記ピストンがシリンダに摺接してしまうという問題を生じてしまう。

かかる欠点を解消するために、公知の圧縮機においては前記リング体に摺動性能のよいポリテトラフルオロエチレン(PTFE)系の樹脂材料を用いると共に、ピストン/シリンダ間のクリアランスを、ピストン外径に対し1~2%(50mmφのピストン外径に対し、0.5~1mm)程度に設定している。

しかしながらかかる構成を取ると圧縮初期若しくは断続運転時等においてはピストン/シリンダ間のクリアランスが無用に大になり、その分圧縮効率の低下を生じやすい。

かかる欠点を解消するために、アルミ材からなるピストンの表面に自己潤滑性樹脂を被膜処理し、

ンピン部を油冷却する等の手段を取り得ないために、耐熱性を有する軸受け部品等を使用したりしなければならず、而も該ピストンピン部が他の軸受けに比較して単位面積当りの荷重が大であり結果として耐熱性と耐荷重性を有する軸受けを用いなければならず、前記高コスト化と耐久性の低下を引起しやすすい。

さて往復圧縮機は一般に気密シールを行うピストンリングを、リング溝内への挿入を可能にするために、円形リングの一端を切断したCの字形状をしているが、特に無給油式圧縮機の場合は前記したように、給油式圧縮機に比較してピストン/シリンダ間のクリアランスが大でありこの為前記リング端部同士の接合部(合い口)よりのガス洩れが生じやすい。

この為通常の圧縮機と同様に無給油式圧縮機においても前記合い口部をステップカット等の形状に工夫を施すと共に、該リングを多段状に配置し、各リングの合い口が軸方向の同一位置に合致しないように周方向に位置をずらして配置してい

ピストン外周が直接シリンダに摺接した場合でも、かじり等の発生を防止するようにした技術が開示されているが、従来ピストンリング等に多用されている前記PTFE等の自己潤滑性樹脂の耐熱強度は200~250℃前後である為に、前記したように断熱圧縮比を5 kgf/cm以上に高くした場合に、前記圧縮熱が容易に前記PTFEの耐熱温度以上になり、ピストン表面被膜の劣化、変形、更にはアルミ材からなるピストン本体との間で生じる熱膨張率等の差異に起因して剥離や亀裂等が生じる恐れがあり、この為かかる技術は圧縮熱による温度上昇の少ない低圧用の圧縮機以外に適用不可能であるという欠点を有す。

又、前記いずれの従来技術においてもピストン自体が金属材、特に軽量化を達成するために、アルミ材で形成しているが、アルミ材は熱伝導率が高い為にピストン頂面で受熱した圧縮熱はピストン全体に伝わり、特にピストンピンを介してピストンを駆動する連接棒の動きを伝えるピン孔部も高温となり、而も無給油圧縮機の場合前記ピスト

るが、このような構成を取っても、上下のピストンリング間に存在するピストンランド部とシリンダ間にはリング状のクリアランスが存在する為に該クリアランスを介して隣接するリングの合い口同士が連通してしまい、ガス洩れを防止し得ない。

かかる欠点を解消する為に、前記ピストンのリング溝内にピンその他のピストンリングの固定手段を配し前記合い口部を圧縮工程時のシリンダと密接するサイドスラスト側に位置固定させるような技術が考えられる。(かかる技術は給油タイプの圧縮機分野では日本国実公報60-26236号にて公知であるが、無給油式圧縮機分野では新規である。)

しかしながら無給油式圧縮機においては前記したようにピストンがシリンダに対し非接触の状態を維持している為にシリンダと密接するサイドスラスト側をピストンリングの合い口部でシールしようとしても、軸方向に切断される合い口部が存在する限り、その完全な封止を行う事が出来ず、而も無給油式圧縮機で使用されるピストンリング

は、金属製ではなく樹脂体である為に一部を切り欠いて前記ピンに係合させるような構造は取りにくく、前記合い口部と対応する箇所ピンを設けると、前記合い口部が離間してその離間部位よりガス洩れが生じてしまう。

「発明が解決しようとする課題」

本発明はかかる従来技術の欠点に鑑み、かじりや圧縮効率（膨張効率）が低下する事のない無給油式往復圧縮機／膨張機を提供する事を目的とする。

本発明の他の目的とする所は、高い圧縮熱がピストン頂部と接触する場合でもピストンの変形や劣化等が生じる事のない無給油式往復圧縮機を提供する事にある。

本発明の他の目的とする所は、リング合い口よりのガス洩れやかじりが生じる事なく長期に亘って高圧縮効率（膨張効率）を維持し得る無給油式往復圧縮機／膨張機を提供する事にある。

「課題を解決するための手段」

擦られる部位とピストンピン孔部を自己潤滑性耐熱材料で、又ピストン頂部をアルミ等の良熱伝導性材料で夫々形成する事により、前記した欠点の解消を図ったものである。

C.請求項10)～13)に記載された発明（第3発明）

本発明は前記したようにピストンリングの合い口部のガス洩れを阻止する為に、下記3つの考えより出発している。

その第1は圧縮工程時のシリンダと密接するサイドスラスト側をピストンリングの合い口部でシールしようとしても、軸方向に切断される合い口部が存在する限り、その完全な封止を行う事が出来ず、而も従来の無給油式圧縮機においてはピストンとシリンダ間は非接触状態を維持している為に、前記合い口部のみで封止しなければならず、給油式圧縮機に比較してその条件が悪い。

そこで本発明は前記第1発明の様にピストン若しくはその摺動面を自己潤滑性材料で形成しピストン自体のシリンダとの摺接を可能にし、圧縮工程時のシリンダと密接するサイドスラスト部に位

A.請求項1)～4)に記載した発明（第1発明）

かかる目的を達成するために、請求項1に記載した発明においては、近年開発された熱硬化性縮合多環多核芳香族樹脂（以下COPNA樹脂という）を成形材料に用い、該樹脂に摺動性を高める耐熱材料、例えば黒鉛と必要に応じて炭素繊維等の強度性を高める材料等を混入して、耐熱性と強度性に加えて自己潤滑性を高めた樹脂系複合材を用い、該複合材でピストン体を形成した点にある。

B.請求項5)～9)に記載された発明（第2発明）

さて前記発明はピストン自体がアルミ材に比較して熱伝導が低いために、ピストンピンの高熱化は防げるが、逆にピストン頂部に高熱が蓄熱され、複合材自体のたい熱温度を超えないまでも圧縮効率が低下してしまう恐れがある。

そこで請求項5)に記載した発明においては、シリンダ及びピストンピン部との円滑な摺動機能と、吐出／吸込弁と対面する頂部、言い換えれば圧縮熱と接触するピストン頂部側の耐熱（熱伝搬）機能を分離し、外周部の内少なくともシリンダと摺

動するピストン自体の周面で実質的に気密封止を可能にした点を第1の特徴とする。

この場合、第2発明の様に、シリンダと対峙するピストン摺動面を自己潤滑性材料で形成してもよく、又シリンダ側若しくはシリンダとピストンの両者若しくはその表層部のみを自己潤滑性材料で形成してもよい。

しかしながら前記の様に構成しても、前記サイドスラスト部にリング溝が存在する場合はその封止はピストンリング、言い換えればそのリング溝位置に存在するピストンリングの合い口部に封止条件が依存してしまう。

そこで本発明においては前記サイドスラスト位置にリング溝を設ける事なく、該リング溝を前記サイドスラスト部で離間されるCの字状に形成してピストン周面自体で封止可能にする。

「作用」

A.第1発明の作用

かかる発明によれば前記COPNA樹脂自体の熱変形温度が250℃以上であり且つ該成形樹脂に黒鉛

等のより高耐熱性の材料を加えて成形するものである為に、耐熱性を僅に300℃前後若しくはそれ以上に維持出来るために、断熱圧縮比を5 kgf/cm<sup>2</sup>以上（圧縮熱が300℃前後）に設定した場合でもピストンに何等熱変形が生じる事なく長期に亘って耐熱劣化が生じる事はない。

而も前記複合材は摺動性を高める黒鉛等を混入して成形した為に、それ自体で自己潤滑性機能を有し、結果としてピストン自体がシリンダと摺接してもかじり等が生じる事なく円滑な摺動性能を得る事が出来る。

而も、熱膨張率はアルミ材に比較して数段低いためにピストン／シリンダ間のクリアランスを小にしても問題が生じる事なく、これにより却って圧縮効率の向上を図る事が出来る。この場合熱膨張によるかじりが生じる事なく高圧縮効率を得るために、最も好ましいクリアランスはかじりが生じない範囲できっちり嵌合可能に、より具体的にはピストン直径に対し常温で0.1～0.5%程度に設定するのがよく、そして特に前記ピストンは熱伝

導率がアルミ材に比して小さいために、ピストン頂部への圧縮熱蓄熱量が多く圧縮運転時にピストン上部と下部における熱膨張率が異なる結果、ピストン／シリンダ間のクリアランスが不均一になり圧縮効率に悪影響を及ぼし易い。そこで本発明の好ましい実施例においてはピストン上部側の直径を下部側の直径に比較して相対的に小、好ましくは逆テーパ状に形成するのがよい。

一方前記複合材がアルミ材に比較して熱伝導率が数段小さい事はピストンピン側の軸受け部に取っては逆に好ましい作用が生じる。

即ち複合材で形成したピストンは熱伝導率が小さいために、ピストン頂面で受熱した圧縮熱が該頂部よりピストンピン側に伝わるより、金属製のシリンダより放熱される率が多く、結果としてピストンピン孔部の高温化が抑制される事となり、結果として耐熱性を考慮する事なくピストンピン部を形成し得ると共に、該ピストン自体に自己潤滑性機能をもたせたために、特別な軸受け部材を設ける事なく直接ピストンピンを嵌合させる事

が可能となる。

これにより部品点数の削減と低コスト化が可能になると共に、前記ピン孔部が高温に曝される事がないために、耐久性の向上が図れる。

又前記ピン孔部はピストンの上昇工程から下降工程若しくは下降工程から上昇工程に移行時に衝撃を受け、従来の軸受けを用いる構造では前記衝撃により軸受けの劣化等が生じてしまうが、本発明においては、弾性力を有する複合材からなるピストン自体を軸受けとして機能させたために、ピストンにより前記衝撃を吸収し、耐久性の向上を図る事が出来る。

#### B. 第2発明の作用

かかる構成によれば、圧縮熱と接触するピストン頂部側はアルミ等の材質により形成されている為に、例え断熱圧縮比を高くし圧縮熱が300℃前後まで上昇しても該頂部が変形若しくは劣化する事なく、而も前記頂部は吸込時の冷気が触れることによって冷却されるので、圧縮熱が蓄熱される事なく吐出空気を介して容易に放出され、結果と

してその下方に位置する自己潤滑性耐熱材で形成された部位への伝熱温度が圧縮熱に近いところまで高温化する事なく、該自己潤滑性材料を例え耐熱温度の低いフッ素樹脂で形成しても容易に耐熱温度以下に維持する事が可能となる。

この場合特に、ピストン頂部とともに圧縮熱が最も伝達し易いトップランド14部を良熱伝導体を用いて形成する事により前記放熱効果が一層向上し、更に耐熱温度の低いフッ素樹脂の使用が一層可能になるが、この場合は該トップランド部の外径を、その下方のピストン径より僅かに小に設定し、シリンダ側との摺接を避けるように構成する事によりトップランド部のかじりを防止し、円滑なピストン摺動性能を保証し得る。即ち前記ピストン本体の少なくともシリンダと摺接する外周面側は自己潤滑性耐熱材で形成され、而も該外周面側は前記したように圧縮熱の伝熱を極力避けている為に、耐熱温度の低い材料でも円滑な摺動性の確保が容易になる。

従って本発明におけるところの自己潤滑性耐熱

材料は、必ずしもCOPNA樹脂の複合材のみに限定される事なく、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)系樹脂若しくはその複合材、更にはフッ素樹脂で形成する事も可能である。

そして本発明の構成は請求項7)(第4図、優先権主張1)に記載したように、金属材で形成したピストン芯体周囲に前記複合材を一体成形してピストンを形成したもので、より詳細にはピストン頂部とその背面側に金属材からなる芯体を露出させた状態で、シリンダと摺接するピストン外周と前記ピン孔部位を前記複合材を用いて厚肉に一体成形してもよく、

又請求項8)に記載したように、ピストン本体を自己潤滑性耐熱材料で形成しつつ、少なくとも吐出弁と対面するピストン頂部側に良熱伝導性の金属体を配し、任意の固定手段を用いて両者間を一体化してもよい。

この場合ピストン頂部側の良熱伝導体を、直接的に若しくはリベット等の連結体を介して実質的にピストン頂部の裏面側まで延設する事により、

ト部に、夫々前記構成を施せばよい。

即ち前記ピストン本体の少なくともシリンダと摺接する外周面側は自己潤滑性耐熱材で形成されているとともに、前記したように圧縮熱の伝熱を極力避けている為に、前記した円滑な摺動性の確保が容易になる。

#### 「実施例」

以下、図面を参照して本発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。ただしこの実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

先ず第1図に基づいて本発明が適用される無給油圧縮機の要部構成について説明するに、2及び3はアルミその他の良導電性の金属材からなるシリンダとシリンダヘッドで、両部材1,2間に吐出弁4Aと吸込弁4Bが組込まれたスペース4が挟持されている。そして前記シリンダヘッド3内は隔壁3Aにより分割されており、夫々対応する隔壁に吸

ピストン内部より放熱させる事によってピストン摺動面側への熱移動を減少させ、外周部側の温度上昇を極力避けピストンとシリンダ間の円滑な摺動性の確保を図ることが可能となる。

#### C.第3発明の作用

そして、前記ピストンリングの合い口の廻り止の機能を、前記サイドスラスト位置に形成された離間部位を利用し、該リング溝の離間部とピストンリングの組合せにおいて円状になり、該シール円を利用して前記シリンダを気密的にシール可能に構成する事が出来る。

尚、本発明は前記単段圧縮機のみに限定される事なく、無給油式単段往復膨張機や無給油式多段往復圧縮機にも適用可能であり、前者の膨張機の場合は膨張工程時のシリンダと密接するサイドスラスト部に位置するピストン自体に前記構成を取ればよく、又後者の多段往復圧縮機の場合は、低段側においてはピストン上昇工程時のシリンダと密接するサイドスラスト部に、又高段側においてはピストン上昇工程と下降工程の両サイドスラ

スラスト部に、夫々前記構成を施せばよい。

一方シリンダ2内にはピストンリング5が環設されたピストン1が嵌装されており、公知のように不図示のクランク軸8の回転により連接棒6ピストンピン7を介して前記ピストン1が往復動し、これにより前記吸込弁4Bを介してピストン1頂部空間に吸い込まれた空気が断熱圧縮されて吐出弁4Aより吐出口3C側に吐出され、所定の圧縮動作が行われる。かかる動作は既に周知である為にその説明を省略する。

さて第2図は前記無給油圧縮機に組込まれるピストンとシリンダ部分の要部構成を示す第1発明の実施例にである。

シリンダ2は、公知の様にアルミ合金からなり、外周面にフィン2aを又内周面側のピストン摺動部を硬質アルマイト処理を施している。

次にピストン1の形状を説明する前に、該ピストン1の製造手順について詳細に説明する。

本ピストン1は、USP4,758,653に示される様に、



バラ位に1つずつ計2つのメチレン鎖を持つベンゼン環が縮合多環芳香族化合物の間を架橋して形成されるCOPNA樹脂（日本国特許公開公報62-521, 522）に基づいて形成されるレジン材料（商品名SKレジン：SUMITOMO METALS CO.LTD）と黒鉛粉末を6：4の割合で混合した成形材料を用い、該成形材料を成形温度170～220℃、成形圧力200～300KG/cm<sup>2</sup>、硬化時間を1分/1mm厚の成形条件で公知のフェノール樹脂の成形と同様な圧縮成形手段又は射出成形手段にて成形を行なう。

そしてこのようにして形成されたピストン1は、熱膨張率： $4.4 \times 10^{-5}/\text{deg}$ 、熱伝導率 $1.12 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr}^\circ\text{C}$ の物理的特性を有し、従来のアルミ合金（熱膨張率： $2.3 \times 10^{-5}/\text{deg}$ 、熱伝導率： $0.013 \text{ kcal/m} \cdot \text{hr}^\circ\text{C}$ ）で形成したピストン1に比して熱膨張率で1.9倍、熱伝導率で1/86倍と、断熱性と蓄熱性の高いピストン1が形成し得た。

次にそのピストン1形状について説明するに、外形形状はピストン頂部13より下方のスカート部にかけて熱勾配を配慮した寸法差で下方に広がる

テーパ状をなし、例えばピストン1とシリンダ2との熱膨張率の差 $\Delta b$ は $2.1 \times 10^{-5}/\text{deg}$ であるために、ピストン1上部と下部の温度差を $\Delta t$ 、ピストン1外径を $P$ とした場合に、 $\Delta t \cdot P$ （ $2.1 \times 10^{-5}/\text{deg}$ ）のテーパ差に設定すれば、圧縮運転時におけるピストン1/シリンダ2のクリアランスを均一に維持する事が出来る。

又前記クリアランスはピストン頂部13で受熱する圧縮熱が300℃前後であるために、ピストン1直径に対し常温で0.1～0.5%程度に設定することにより、圧縮運転時にかじりが生じる事なく、且つピストン1/シリンダ2間のクリアランスも往復動に差し支えない最小値にとどめることが出来、これによりピストン1外周全体がシリンダ2面との摺動面として機能させる事が出来る為にピストンの黒鉛がシリンダに転移してより摺動性並びにシール性を向上させる。これにより、後記ピストンリング5の合い口部5aその他よりピストン1周面を通じて生じるガス洩れを大幅に低減でき、圧縮効率の向上が図れる。

又、前記ピストン1の頂部側より順次リング溝11、及びピン孔12が形成されている。

リング溝11は極力ピストン頂部13近傍にリング円状に凹設し、該リング溝11にPTFE樹脂で作られたピストンリング5を嵌装する。

尚、本実施例においてはピストン自体にある程度のシール効果を持たせているために、従来装置の様にピストンリング5を2本設ける必要がなく、1本で所定のシール効果を得る事が出来る。

前記ピン孔12は前記ピストン1のほぼ中間位置に貫装し、該ピン孔12が直接軸受けとして機能するように研磨加工を施す。

そして前記ピン孔12にピストンピン7を装設させて連接棒6を介してクランク軸の回転運動によりピストン1の上下運動を行う。

この場合ピストン1の上升工程から下降工程若しくは下降工程から上昇工程に移行時に衝撃を受け、従来の軸受けを用いる構造では前記衝撃により軸受けの劣化等が生じてしまうが、本発明においては、弾性力を有するピストン1自体を軸受け

として機能させたために、ピストン1により前記衝撃を吸収し、耐久性の向上を図る事が出来る。

そしてかかる実施例において前記無給油圧縮機に第3図に示す従来のピストン101を用いたもの本実施例にかかるピストン1を用いたもので（ピストン径50mm）7kgf/cm<sup>2</sup>の連続負荷運転を行ない、負荷運転1000時間運転で夫々分解確認を行なったところ、従来の圧縮機は1000時間運転でピストン1のランド部でかじり跡がみられ、又ピストンピン7部のピン孔12に嵌装した軸受けもベアリングが摩耗し負荷運転時の騒音が大きくなっている事が確認された。一方本実施例のものは1000時間経過してもピストン1の摺動面になじみ跡がみられるがかじりは発生せず、又ピン孔12部の摩耗程度も微小であり、ピストンピン7部との間でガタが生じていない事が確認された。又温度の面で見るとピストン部で25℃の低減が見られた。

第4図は前記圧縮機に用いられる第2発明の実施例に係るピストン1で、金属材で形成したピストン芯体10A周囲に前記複合材10Bを厚肉に一体成

形してピストン10を形成したものである。

その具体的構成を簡単に説明すると、前記ピストン芯体10Aはアルミ合金で形成され、その上面を平面状に形成するとともに、内周面側に軸方向に沿ってフィン状突起14を設けている。

そしてかかるピストン芯体10Aの外周部とピストンピン孔12部位に前記複合材10Bを厚肉に一体成形してピストン10を形成する。

即ちピストン頂部13とその背面側にピストン芯体10Aを露出させた状態で、シリンダ2-と摺接するピストン10外周と前記ピン孔12部位に前記複合材10Bが厚肉に囲繞させる。

尚前記複合材10Bの肉厚は50φのピストン10の場合、好ましくはピン孔12部に1~3mm、外周部に2~3mm前後の肉厚になるように設定するのがよい。

かかる実施例によれば前記第1実施例と同様な効果が得られると共に、最も高温となるピストン頂部13と内周面側は熱伝導性のよいアルミ合金で形成されているために、ピストン頂部13で発生し

た圧縮熱がピストン10内周面を通して放熱され高圧圧縮機の利用が可能となるとともに、圧縮効率の向上が図れる。

例えばピストン1全体を複合材で形成した第2図に示す実施例1と、本実施例のピストン10についてその各部の温度上昇を7 kgf/cm<sup>2</sup>で1 H 負荷運転した後について確認してみるに、実施例1のものはピストン1裏面で125~130℃の温度上昇があるのに対し本実施例のものは80~90℃と大幅低下がみられ、又ピストンピン孔12部位に付いても実施例1のものより10℃前後の温度低下がみられ、その分耐久性が向上する事が推定できた。

第5図は前記実施例の変形例を示し、ピストン20の外周部全てを前記耐熱性複合材20Bで、該ピストンに囲繞されるヘッド部20Aをアルミ合金で構成し、該ヘッド部20A内周面側に、下方に垂下する多数の放熱フィン21を設けたピストン1が開示されており、かかる実施例によれば前記実施例の効果に加えて、前記放熱フィン21によりピストン頂部13の放熱がより大になり、ピストン1冷却

効果が一段と高められるとともに外周部21B全てが自己潤滑性耐熱複合材で形成されている為に、シリンダ2との摺擦が完全に遮断される。

さて前記第2実施例においては圧縮熱を直接受熱するトップランド14部1bにも樹脂系材料が存在するために、該樹脂系材料が前記した高耐熱性のコブナ樹脂系複合材を用いる以外にない。

そこで第6図は前記欠点を解消するために、リング溝11部の上側のトップランド14とピストン頂部13を所定肉厚で形成したアルミ材からなるピストンヘッド30Aと、該ヘッド30Aと一体成形で形成した自己潤滑性耐熱材からなるピストン本体30Bからなる。

リング溝11部の上側のトップランド14とピストン頂部13を所定肉厚でを含むヘッド20A側をアルミ材で形成し、その下方のリング溝11を含むピストン本体30Bを一体的に成型したものである。

そしてヘッド30Aはトップランド14部1bの外径を、その下方のピストン本体30B径より僅かに小に設定するとともに、その下端面31を断面縫形状

に内側に折曲し、ピストン本体30Bとの組付けの容易化を図っている。

ピストン本体30Bは前記実施例と同様にS K レジンに黒鉛を40%混合した成型材料を用い、該成型材料を用いて前もって成型硬化した前記ヘッド30Aと一体的に鋳込み成形を行う事により形成してもよいが、ピストン頂部13側の熱が直接樹脂体に接触しないために、ピストンリング5と同様なPTFE樹脂若しくはその複合材を用いる事が可能である。

又かかる実施例によれば、ピストン頂部13とともに圧縮熱が最も伝達し易いトップランド14まで良熱伝導性のヘッド30Aで形成されている為に放熱効果が一層向上するとともに、ピストン本体側に前記材料を用いたが故に耐熱温度が300℃以上と熱変形の少ない良好なピストン1の形成が可能となる。

第7図はリベットによる結合手段を用いた他の実施例でピストン本体40Bとヘッド40Aを夫々個別に形成した後、両者間をリベット25で一体的に

固定させている。

即ち前記ヘッド40Aは、前記ピストン1をリング溝11上面側より水平に切断した形状を有する円板板状をなし、その直径を下方に位置する自己潤滑性樹脂材料からなるピストン本体40Bの直径より僅かに小に形成している、そして該ヘッド40Aとピストン本体40B間は、第7図(b)(C)に示すように、良熱伝導性の4本のリベット41で一体的に固定しつつ該リベット端41aがピストン頂部13の裏面側まで延設するように構成する。これによりヘッド40A側に伝熱した圧縮熱がリベット41を介してピストン1下方に放熱させたり、又ピストン本体40B全体へ拡散させる事が可能になり、ヘッド40Aを薄肉化させた場合の熱かかる実施例においては前記実施例と同様な効果を得る事が出来ると共に、前記ヘッド40Aと本体間を良熱伝導性のリベット25で固定しつつ該リベット端41aがピストン頂部13の裏面側まで延設するように構成する。これによりヘッド40A側に伝熱した圧縮熱がリベット41を介してピストン1下方に放熱さ

せたり、又ピストン本体40B全体へ拡散させる事が可能になり、ヘッド40Aを薄肉化させた場合の熱的不具合を解消出来る。

第8図及び第9図は、第3発明が適用される単段式無給油往復圧縮機の要部構成を示す。

ピストン50は前記第1実施例と同様にCOPNA樹脂)を樹脂骨格に持つコンパウンド化した粒状レジンに黒鉛を40%混合した成型材料を一体成形して形成され、第9図に示すようにその外周面上に、ピストンリング溝51と、ピストンピン挿入用のピン孔12が削成若しくは穿設されている。

そして前記リング溝51はその断面形状を上下端部及び側端部を面取りする事なく断面コの字状をなし、そしてそのリング形状をピストン1の全周面に対し円周状に形成するのではなくCの字状に形成し、そのリング溝51が形成されない部位(離間部位52)がピン孔12挿設方向に対し直交する一の線上に位置するように作成する。

言い換えればピストン1全周面全てが前記リング溝51により分断される事なく前記一の直交線上

においてのみ軸方向に連続する様に前記リング溝51の位置設定を行っている。

一方ピストンリング5は公知の様にPTFE樹脂で形成すると共に、その断面形状をリング溝51に合わせて上下端部及び側端部を面取りする事なく断面矩形状をなし、そしてその平面形状は該リング5を前記リング溝51に嵌合/圧縮変形させた際に前記リング溝51と同形になるように且つ、その端部の合い口5aを前記リング溝51の終端にきっちり密着するように形成する。

そして前記ピストン1にピストンリング5を嵌合させた後、前記離間部位52が、圧縮工程(上昇工程)時にシリンダ2と密接するサイドスラスト部 $S_1-S'_1$ に位置する様にシリンダ2内にピストン50を組み込む。

かかる実施例によれば、ピストンの離間部位52が、圧縮工程時にシリンダ2と密接するサイドスラスト部20に位置している為に、サイドスラスト部20は前記離間部位52を含むピストン50周面自体で封止され、そしてピストンリング5は周方向に

移動する事なく、該離間部位52でその合い口部50が位置保持されている為に、該離間部52を接点とする内接円がピストン50とピストンリング5との間で形成出来る。

この結果、前記サイドスラスト部 $S_1-S'_1$ 以外の部位では、ピストン50とシリンダ2間は離間しているが、その部分では前記ピストンリング5がシリンダ2周面に内接しているために、該リング溝51の離間部位52とピストンリングの組合せにおいてシリンダ2全周に互ってシールされる円状になり、該シール円を利用して前記シリンダ2を気密的にシール可能に構成する事が出来る。

第10図は本第3発明を無給油式単段往復膨張機に適用した他の実施例で、前記圧縮機の場合は、ピストン50上面側に圧縮空気を受圧する為にクランク軸7の回転方向が左回りの場合は左側にサイドスラスト部 $S_1-S'_1$ が存在するが、

膨張機の場合は前記圧縮機と異なり、膨張工程はピストン下降工程時に存在する為に、クランク軸7の回転方向と逆側、即ち回転方向が左回りの

場合は右側にサイドスラスト部 $S_1-S'_1$ が存在する事となり、この結果膨張機の場合は前記離間部位52を前記圧縮機と逆側のピストン周面上に形成する。

尚前記膨張機の場合は耐熱性を考慮する必要がないためにピストン本体の成型材料はCOPNA樹脂若しくはその複合材のみに限定される事なく、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)系樹脂若しくはその複合材で形成する事も可能である。

第11図は本発明を無給油式二段往復圧縮機に適用した他の実施例で、二段圧縮機の場合は吸込工程時においても低圧側で圧縮された空気が高圧側ピストンにかかり、この結果吸込工程におけるサイドスラスト部 $S_1-S'_1$ は圧縮工程におけるサイドスラスト部 $S_1-S'_1$ と180°隔てた逆側に位置する事になる。

従って高圧側にピストン50A/シリンダ2A間には吸込工程でも圧縮工程でも何れの場合でも気密シールを図る必要があり、この為本実施例においては前記リング溝51A, 51Bを上下に二本設けると

共に、該リング溝51A, 51Bを180°対称に削成し、夫々前記実施例と同様に形成したピストンリング5A, 5Bを嵌合させる。

この結果、例えば高段側の吸込工程時(第11図A参照)ではトップリング5A側のサイドスラスト部53Aがシールされ、高段側の圧縮工程時(第11図B参照)にはセカンドリング5B側のサイドスラスト部53Bがシールされる事となり、結果として吸込工程と圧縮工程の何れの工程でも確実なシールが可能となる。

#### 「発明の効果」

以上記載した如く本第1発明によれば、熱硬化性縮合多環多核芳香族を用いることによって、従来工業用の圧縮機において不可能であった全樹脂製の、もしくは摺動部全体を樹脂としたピストンを用いた圧縮機が可能となり、ピストンの軽量化による前述の如き効果、素材による摺動面の形成による構造の単純化に加えピストンの耐久性が大きく向上するとともに長期の使用によって摩耗が

進行しても、致命的な欠陥が生ずること無く長期間ノーメンテナンスが可能となり、かじりや圧縮効率(膨張効率)が低下する事のない無給油式往復圧縮機/膨張機を提供する事出来る。

また、本第2発明によれば、シリンダとの円滑な摺動機能と、吐出/吸込弁と対面する頂部、言い換えれば圧縮熱と接触するピストン頂部側の耐熱機能を分離し、外周部の内少なくともシリンダと摺動される部位を自己潤滑性耐熱材料で、又ピストン頂部をアルミ等の前記耐熱材料より熱伝導性の高い良熱伝導性材料で夫々形成した為に、かじりや圧縮効率が低下する事がなく而も高い圧縮熱がピストン頂部と接触する場合でもピストン頂部を吸気時の冷気で冷却が繰り返されるためピストン頂部の温度を低減出来、よって摺動面となるピストン外周及びピストン孔への温度伝達による温度上昇を抑えることでピストンの変形や劣化等が生じる事のない無給油式往復圧縮機を提供する事出来る。

更に、本第3発明によれば、従来の無給油式流

体機械に比較してピストンリング合い口よりのガス洩れを完全に封止し、而も前記ピストンリングの廻り止めとして機能する離間部位はピストン自体に一体に形成されているために、構成が極めて簡単且つ永続的に劣化が生じないのみならず、長年使用により却ってなじみ性が出、長期に亘って高圧縮効率を維持し得る。

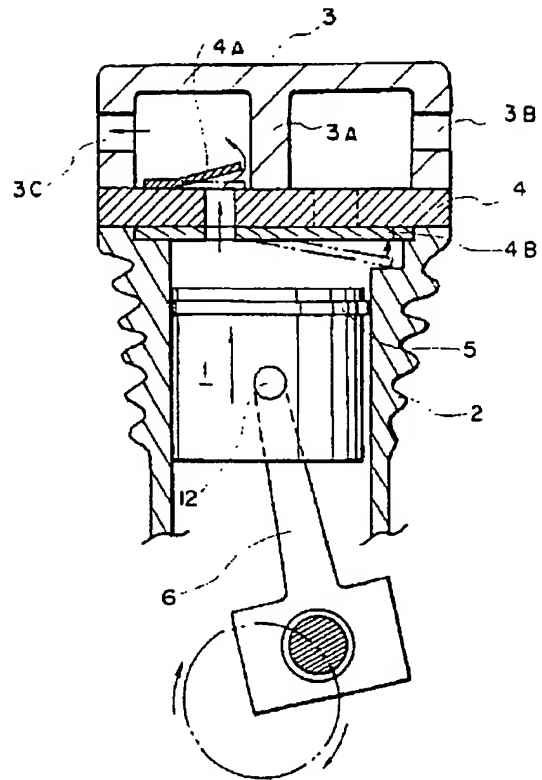
等の種々の著効を有す。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明が適用される無給油往復圧縮機を示す断面図、第2図は第1発明の実施例に係る無給油式往復圧縮機の要部構成を示す断面図、第3図は従来技術の無給油式往復圧縮機の要部構成を示す断面図、第4図、第5図及び第6図はいずれも第2発明の夫々の実施例に係るピストンを示す断面図である。

第7図は他の実施例に係るピストンを示し(a)は半断面図、(b)は底面図、(c)は(b)のA-A'線断面図である。

第 1 図

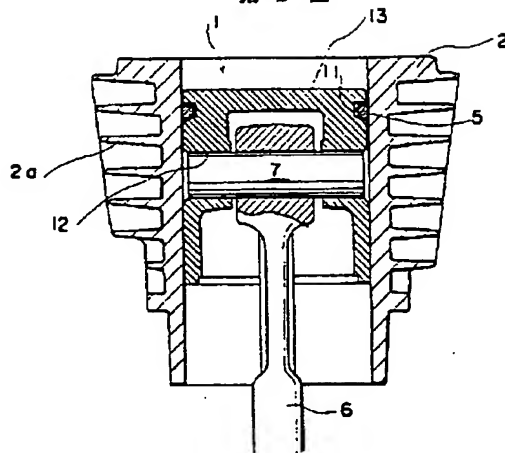


第 8 図は第 3 発明を無給油式単段往復圧縮機に適用した一の実施例を示す正面断面図とその A-A' 線断面図、第 9 図はそのピストン周面形状を示す要部斜視図、第 10 図は第 3 発明を無給油式単段往復膨張機に適用した他の実施例を示す概略図とその B-B' 線断面図である。第 11 図は本発明を無給油式二段往復圧縮機に適用した他の実施例を示す概略図で (A) は高段側の吸込工程を、(B) は高段側の圧縮工程にある場合にピストンとシリンダ間の摺接状況を示す。

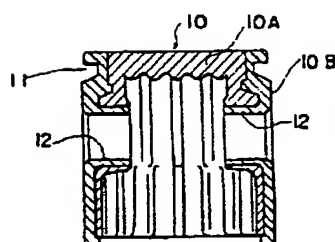
特許出願人：岩田塗装機工業株式会社

代理人：弁理士 高橋 昌久

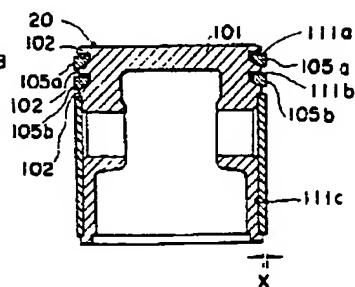
第 2 図



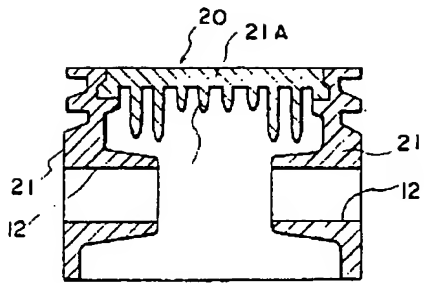
第 4 図



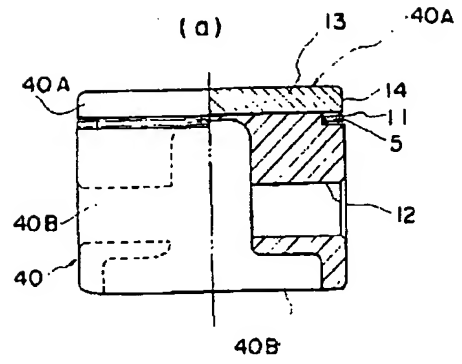
第 3 図



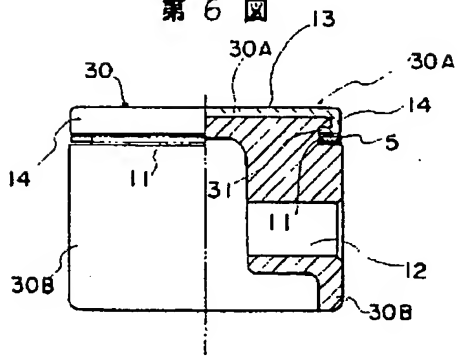
第 5 図



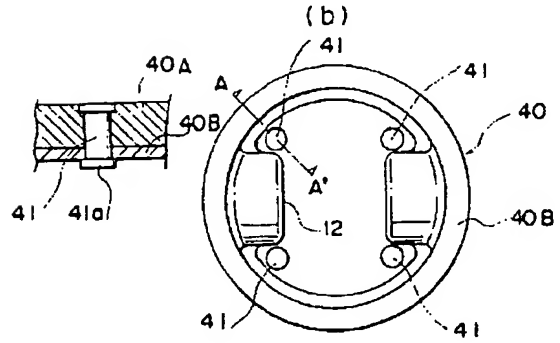
第 7 図



第 6 図

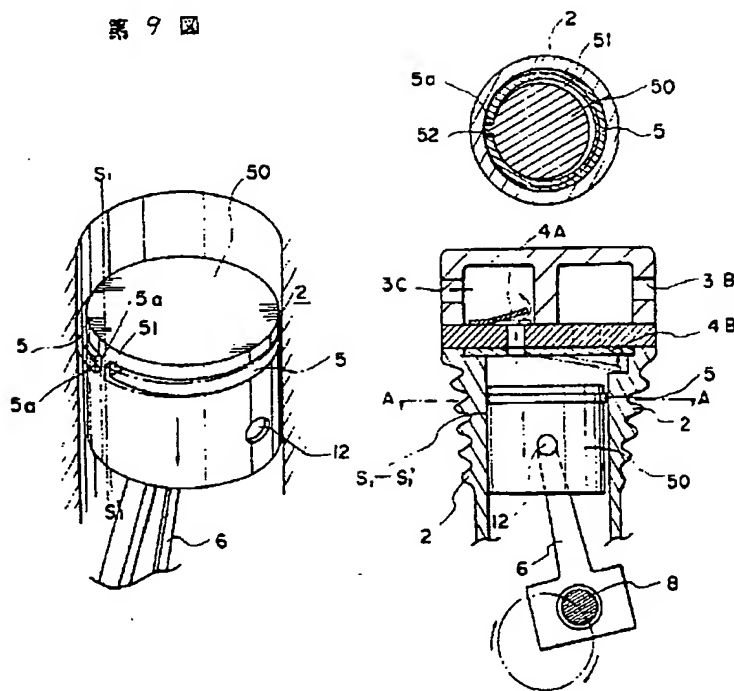


(b)

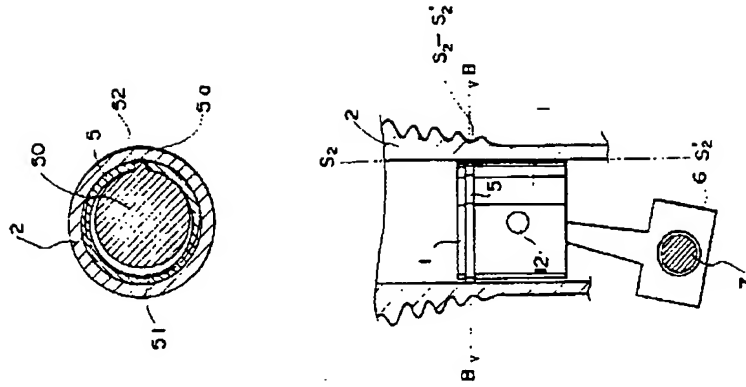


第 8 図

第 9 図

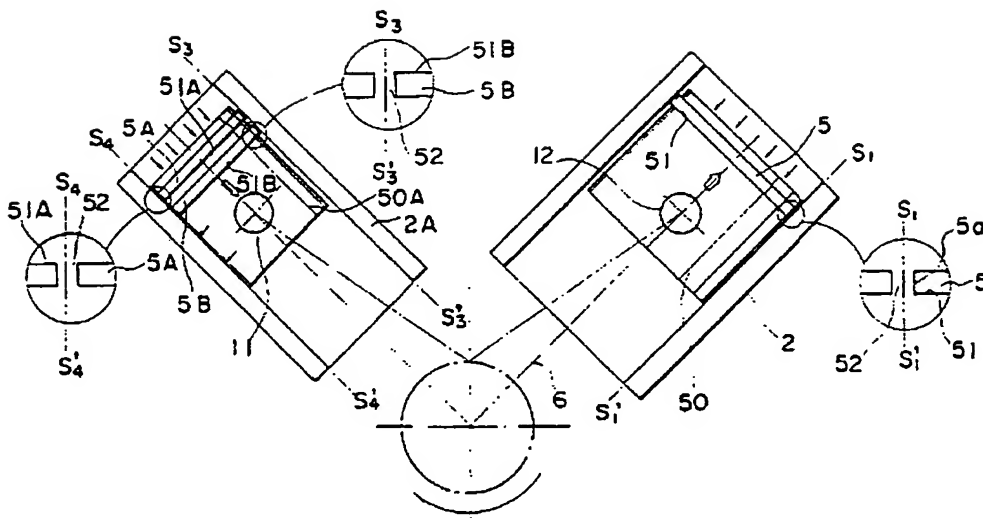


第10圖



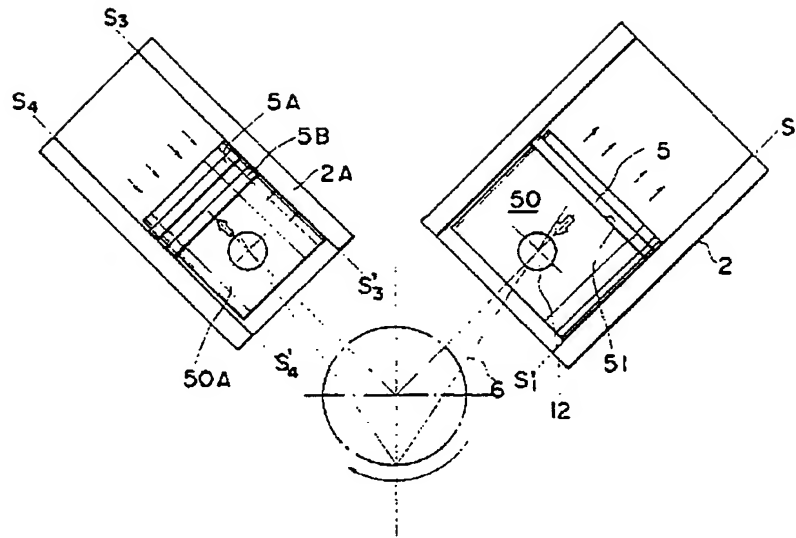
第11圖

(A)



第 11 図

(B)



手 続 補 正 書

平成 4 年 3 月 11 日

特許庁長官 殿

1、事件の表示

平成 2 年特許願第 108837 号

2、発明の名称

無給油式往復圧縮機及び膨張機

3、補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称(氏名) 岩田塗装機工業株式会社

4、代理人 〒104 TEL 3552-2544

住所 東京都中央区八丁堀 4丁目10番 1号

氏名 (8302) 弁理士 高橋昌久

5、補正命令の日付

平成 3 年 10 月 8 日「発送日」

6、補正の対象

1) 明細書の「図面の簡単な説明」の欄

7、補正の内容

明細書第 38 頁第 19 行目乃至第 20 行目記載

の

「は半断面図、(b)は底面図、(c)は(b)の A-A' 線断面図である。」

を

「は半断面図、(b)は底面図とその A-A' 線断面図である。」

と補正する。